

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-232501

(43)Date of publication of application : 28.08.2001

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

B23P 15/28

C23C 14/06

(21)Application number : 2001-003347

(71)Applicant : BARTA AG

(22)Date of filing : 11.01.2001

(72)Inventor : SCHIER VEIT

(30)Priority

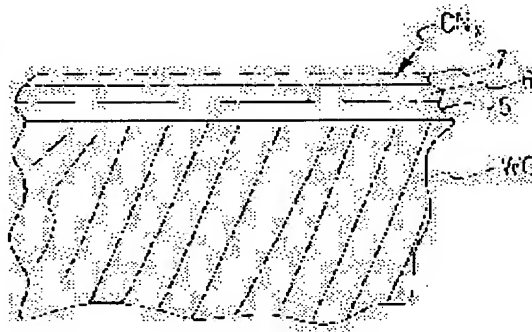
Priority number : 2000 10002861 Priority date : 24.01.2000 Priority country : DE

(54) CUTTING TOOL, CUTTING TIP, AND MANUFACTURING METHOD FOR THEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cutting tool and a cutting tip with less friction and extremely high abrasion resistance, and to manufacture such cutting tool and cutting tip.

SOLUTION: At least certain regions of the cutting tool 1 and cutting tips 3, 4 are coated with carbonitride coating with less friction serving as an abrasion protective layer 7. This coating is formed by guiding carbon and nitrogen of a gas body to a reaction chamber 12 in order to form a carbonitride layer 7 and by using an improved PVD method of continuously driving ion sources 21, 22, 23, 24 for forming plasma.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The cutting tool (1) or cutting chip (3 4) characterized by having antifriction coating containing the nitriding carbon (CN<sub>x</sub>) of covalent bond.

[Claim 2] Said nitriding carbon (CN<sub>x</sub>) is the cutting tool according to claim 1 or cutting chip characterized by being C<sub>x</sub>N which is  $x \geq 2$  and said coating containing the nitrogen of a pentatomic percentage at least.

[Claim 3] For said nitriding carbon of said coating, the chemical bond is Mgk. The cutting tool according to claim 1 or cutting chip characterized by being the chemical bond which generates the secondary electron which has the kinetic energy between 848eV and 850eV when alpha X-ray irradiation is received.

[Claim 4] the nitriding carbon layer said whose coating is MexCyNzOs:H — it is — here — Mex — the [ of the periodic table of a chemical element ] — the cutting tool according to claim 1 characterized by being formed with the polyphase structure of having the phase from which it was 1 of the metals which are similar to the titanium which is IV group's metal and a zirconium, and a list at aluminum and these, or two or more metals, there was less oxygen than 20 atomic percent, and this layer differed, or a cutting chip.

[Claim 5] The atomic percent of said metal component is the cutting tool according to claim 4 or cutting chip characterized by being the maximum pentatomic percentage.

[Claim 6] The interlayer of one layer or two or more layers who may be formed between the base of cutting material and said coating of said nitriding carbon more than one layer and a duplex is arranged. It is the cutting tool according to claim 1 or cutting chip which chooses this interlayer's ingredient from the group of TiAlN, TiCN, and TiN, ZrN and aluminum 2O<sub>3</sub>, and is characterized by the ability of this one layer or the interlayer of two or more layers to contain other matter or layers alternatively.

[Claim 7] The cutting tool according to claim 1 or cutting chip characterized by arranging at least one layer of the Mex (C, N, O) layers which are the matter similar to TiCN, TiAlCN, TiAlNO, or these etc. between the base of cutting material, and said coating of said nitriding carbon.

[Claim 8] The cutting tool or the cutting chip manufacture approach characterized by forming a base in a desired configuration in the field in which coating of it is carried out at least including main edges and fields functionally, and putting this base to the ambient atmosphere containing the carbon and nitrogen which were partially ionized at least within the vacuum tub after an appropriate time in the first phase.

[Claim 9] Said ionization is the cutting tool according to claim 8 or the cutting chip manufacture approach characterized by carrying out by using combining the source of the ion plasma, and a magnetic field.

[Claim 10] Said magnetic field is the cutting tool according to claim 9 or the cutting chip manufacture approach characterized by being DC magnetic field which surrounds the cutting tool or cutting chip by which coating should be carried out.

[Claim 11] the coating approach perform in advance be the cutting tool according to claim 8 or the cutting chip manufacture approach which be the PVD coating approach which deposit in the field by which should be emit from the ingredient of a target with low voltage within a vacuum layer, and coating should be carry out in this emitted ingredient, and be characterize by to introduce the gas which contain carbon and nitrogen in order to form a cover layer after that in the same vacuum tub under low voltage, and to ionize using a certain ion source actually.

[Claim 12] The temperature of 200 to 300 degrees C, the electrical potential difference of -30V to -200V, and 10-3 The cutting tool according to claim 11 or the cutting chip manufacture approach characterized by forming coating within a vacuum tub by the nitrogen gas stream between the methane flow between 50SCCM(s) in the pressure from mbar to 1bar, and 100SCCM(s), 10SCCM(s), and 100SCCM(s).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to these manufacture approaches at the partial list of a cutting tool and a cutting tool like the cutting chip for cutting.

[0002]

[Description of the Prior Art] A cutting tool receives high wear stress during actuation, and is put to the big force. When especially the surface field that adjoins a cutting edge and this carries out metalworking, a load is strongly hung like the case where the processing ingredient of the case where plastic working is carried out, or others is processed. The end powder removed from the processing ingredient is diverted by the rake face, is under a high pressure and slides along a rake face field.

[0003] The defect of the cutting edge of a cutting tool and surface discontinuity show the wear situation of a tool. The tool should have the longest possible service life and, on the other hand, should produce the highest possible cutting efficiency. However, wear of a tool increases with a cutting efficiency.

[0004] The cutting tool in which tribological coating was formed is known. Coating is formed by the CVD method (chemical vapor deposition- chemical vapor deposition) or PVD (physical vapordeposition-physical vapor deposition). For example, EP 0736615 A2 is indicating what prepared multilayer coating of four layers on the whole on the substrate. The layer which has adhered to the substrate directly is TiC<sub>x</sub>NyOz. It is a layer. The following layer is the titanium nitriding carbon layer TiC<sub>x</sub>Ny desirably. This layer is formed with a CVD method at the temperature for 1000 degrees C and 1100 degrees C.

[0005] Since the manufacture approach by PVD is well-known, it is not explained in detail here.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention is providing a wear-resistant cutting tool and a wear-resistant cutting plate (it being called "cutting chip" below Schneidplatte-) list with the efficient approach for manufacturing these.

[0007]

[Means for Solving the Problem] This technical problem is nitriding carbon (carbon nitride-Carbonitrid) CN<sub>x</sub> (it is the general formula of nitriding carbon.) of covalent bond. It is below the same. It is attained by the cutting tool and the cutting chip in which antifriction coating to include was formed.

[0008] Furthermore, the technical problem of this invention is the first phase, is the field where coating of it is carried out at least, forms a base in a desired configuration including main edges and fields functionally, and is attained after an appropriate time by the approach of putting this base to the ambient atmosphere containing the carbon and nitrogen which were partially ionized at least within the vacuum tub, and manufacturing a cutting tool and a cutting chip.

[0009] The cutting chip suitable for the cutting tool and cutting tool based on this invention has nitriding carbon coating. This coating is formed in other field fields, the front face near surface of a field field on which a load acts, and when required. Nitriding carbon coating contains the carbon and nitrogen which accomplish the compound which accomplished compound C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (C<sub>x</sub>N which is  $x \geq 2$  desirably), or carbon and nitrogen combined by other ratios. Usually, such nitriding carbon coating shows many other well-known rigid plastic layers and coefficient of friction comparatively smaller than coefficient of friction of a base material. This small coefficient of friction lessens friction of the flow of end powder. The cutting efficiency of the cutting chip with which coating of the nitriding carbon object was carried out, or a cutting tool can be increased to the tool or cutting chip with which coating is not carried out or other coatings were carried out. For example, thing which the end powder which moves in the Men top of relation tends to weld if coefficient of friction is small when performing processing of high alloy steel, austenitic steel, titanium, and a light metal (Schweissneigung) It decreases.

[0010] Especially the tool by which coating of the nitriding carbon object was carried out fits processing of the components which consist of titanium or a titanium alloy. In the case of coating containing titanium, the front face of titanium components is polluted with a titanium compound, a problem may arise about the stability or reinforcement of components, but compared with coating containing this titanium, whether fear of this contamination disappears decreases by this invention.

[0011] Although nitriding carbon coating can have a base material or its lower layer hardness, and different hardness, the hardness of a nitriding carbon layer should be just smaller than the hardness of a lower layer or a base material in this case.

[0012] Desirably, nitriding carbon coating is a  $\text{MexCyNz:H}$  layer or a  $\text{MexCyNzOs:H}$  layer ( $x \leq 0.2; y/z \geq 3/4$ , desirably  $y/x \geq 2$ ), and can constitute Metal Mex from a periodic table's piece or two or more metals of IV group of a chemical element in this case. Only atomic percent with such a desirable merely small metal is contained, and nitriding carbon coating is substantially formed from carbon and nitrogen. But few of this metal component may not exist. When required, this metal component can be used in order to make it double for the purpose of a surface characteristic. For example, the structure can contain a titanium component and is laid underground in the nitriding carbon matrix (CN-Matrix) in which TiC, TiN, or a TiCN crystal mainly has a graphite joint component (covalent-bond component) in this case. There is less oxygen than 20 atomic percent, and, as for nitriding carbon coating, it is desirable to form the multilayer structure which has a different phase. Moreover, as for the above-mentioned nitriding carbon, it is desirable that it is  $\text{CxN}$  which is  $x \geq 2$ . It is desirable for coating to contain the nitrogen of a pentatomic percentage (still more desirably ten atomic percent) at least including this case.

[0013] Especially when nitriding carbon coating contained carbon with more it than nitrogen of maximum 50 atomic percent, and 50 atom %, it turned out that wear decreases. In this case, this is for example, polymer structure (Polymerstruktur). It can form by carrying out.

[0014] Nitriding carbon coating (nitriding carbon layer) is an excised surface layer which cuts and touches powder and the other cutting-tool section, or a field desirably. It can form a cover layer or the maximum upper layer (Deckschicht), and acts directly as a wear protective layer. But when required, a surface layer may be prepared for an ornament.

[0015] Nitriding carbon coating can be directly formed in the base of cutting material. This base may consist of the middle ingredient (cermet (Cermet)) of the metal and ceramic like a metal, a metal alloy, a hard metal, ceramic material, or the tungsten carbide (Wolframcarbide) that has few cobalt components, for example. In this case, the abrasion resistance of nitriding carbon coating will be joined by the hardness of a base.

[0016] In order to acquire a suitable surface characteristic, a piece or two or more interlayers can be prepared as an option between a base and nitriding carbon coating. You may be TiCN in this case, for example, TiAlN, TiAlCN, TiN, ZrN and aluminum  $\text{2O}_3$ , and a comparatively hard interlayer like others. In the layer which consists of Mex (C, N, O) in the case of multilayer structure, if at least one layer is prepared, an advantageous property will be acquired especially. Desirably, although a metal is a metal of IV group of the periodic table of a chemical element, it can also contain aluminum etc. as mentioned above again. Here, the amount of titanium, zircon, aluminum, carbon, and nitrogen is not what was not necessarily fixed, and can be changed appropriately. Moreover, the above-mentioned interlayer can include the matter, and other layer or these both sides of other. This middle class's hardness is combined with the antiwear characteristic of nitriding carbon coating in such multilayer structure. Under the present circumstances, although it is only sufficient for nitriding carbon coating to have the thickness of 0.1 micrometers, in order to maintain wear protection nature as it is over long duration, it is desirable [ coating ] to enlarge thickness of a layer a little.

[0017] It became clear that the total layer thickness of the layer formed in the base has the advantageous layer thickness between 0.2 micrometers and 10 micrometers in the case of multilayer structure.

[0018] The concentration (Konzentration) of a metal component can be prevented from stopping, as for nitriding carbon coating, going to the front face. According to the structure of nitriding carbon coating heterogeneous in this way, it can be in the still more optimal condition also to an unexpected problem especially about the property also as opposed to the abrasiveness of a processing ingredient, and abrasion resistance. A metal component is 50 atomic percent at the maximum in the opposite side of the outside surface, and, as for especially nitriding carbon coating, it is desirable to be formed so that reduction disappearance may be carried out towards this outside surface.

[0019] Nitriding carbon coating thru/or a nitriding carbon layer can have the crystal structure, the partial crystal structure (teilkristallines Gefüge), or amorphous structure. In some cases, amorphous structure is applied. It is illustrated by drawing 4 and 5 about the possible integrated state.

[0020] A desired cutting tool and a desired cutting chip are manufactured using the manufacture approach of the cutting tool and cutting chip based on this invention. First, formation of a cutting tool and a \*\*\*\*\* chip and coating local at least following it are included. For this reason, it is desirable to deposit the nitriding carbon layer containing carbon and nitrogen from hypobaric environment (membrane formation) (Abscheidung). By ionizing an environment in this way and acting with the electrostatic bias (electrical potential difference) impressed to the field by which coating should be carried out in the magnetic field which surrounds a cutting tool or a cutting chip annularly desirably with this, dissociation (Dissoziation) and ionization of gas are attained and can coat homogeneity with a desired field. In order to make it ion and an electron move compulsorily on a spiral orbit, as for a magnetic field, it is desirable that it is DC magnetic field (Gleichfeld). The environment of a vacuum tub is used as a carbon dispenser, and a graphite target is not prepared by the case. The electrical potential difference and magnetic field of a cathode are chosen so that loss of a cathode may become small as predetermined. The carbon which should deposit (membrane formation) is obtained by ionization/dissociation within the formed plasma. Some ion generation sources of all can be actually stopped and placed into a vacuum tub. It is not required to also prepare the location of the addition which installs additional components (carbon source), or to vacate, either.

[0021] As the ion source, a metal ion source or the inert gas ion source can be used. By using a metal ion source, the metal component of little direction can be deposited with the deposit (membrane formation) of nitriding carbon coating (membrane formation).

[0022] The manufacture approach of this invention is performed in the one desirably same reaction chamber (vacuum tub) as having performed coating processing before. Therefore, when, using PVD coating equipment with

the seat of the four ion sources, or the seat of the source of the plasma for example, a nitriding carbon top-face layer (nitriding a coal seam cover layer) can be formed with the same equipment, without adding and using the ion source. In this case, the hypobaric environment containing carbon and nitrogen is formed in the phase of the last process, and in order to generate the plasma, the ion source with a titanium target is operated further here.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, this invention is explained based on an operation gestalt. Although a cutting tool is the thing of the format which fixed to the body of a tool the cutting chip which is a plate-like member and is explained hereafter, a cutting chip is applied also to what is directly formed in the body of a tool.

[0024] A cutting tool 1 is shown in drawing 1. This cutting tool 1 has the body 2 of a tool, and the cutting chips 3 and 4 prepared in this. The cutting chips 3 and 4 are formed similarly mutually, and each has a base made from a hard metal (cermet (Cermet)) like tungsten carbide. Coating is formed the passage with the cutting chips 3 and 4 clear from drawing 3. Two or more layers 5, 6, and 7 are formed in the base made from tungsten carbide WC (in addition to this, a metal, a metal alloy, a hard metal different from the above, or a ceramic is sufficient). In this case, a layer 7 is a cover layer (coating) (layer of an outside surface). This is the layer of the nitriding carbon CN<sub>x</sub> which has the thickness of about 0.1 micrometers. Here, nitriding carbon CN<sub>x</sub> has the chemical structure of C<sub>x</sub>N, and it is desirable that it is  $x \geq 2$ . Moreover, as for this cover layer (coating), it is desirable to include the nitrogen of a pentatomic percentage (still more desirably 10 atom 100 \*\*\*\*) at least. Furthermore, this cover layer 7 may contain carbon, and the metal, oxygen and hydrogen other than nitrogen. This cover layer (coating) 7 is a wear protective layer with small coefficient of friction as compared with the ingredient which has the structure of MexCyNz:H or MexCyNzOs:H, for example, is used for usual [ like steel especially various austenitic steel or various high alloy steel, aluminum and other light metals, titanium, or plastics ]. In order to employ the property of a layer efficiently, the content of the metal component Mex is changeable. To make it a metal content not exceed ten atomic percent is tried. As for it, it is desirable that it is fewer than a pentatomic percentage. As a metal, it is similar to an object at titanium, a zirconium, aluminum, and this. Moreover, many things of the carbon content measured with atomic percent are still more desirable than the nitrogen content measured with atomic percent.

[0025] At least one of lower layers 5 and 6 can add and contain oxygen, and it forms the layer which consists of Mex (C, N, O). Here, Mex expresses 1 or two or more metals from IV group.

[0026] It became clear that such a cutting tool has very high abrasion resistance. Especially, wear of the front face of the latest cutting side is small on a joining inclination and a cutting edge. The field field by which coating was carried out, the cutting side Sp which stands in a row on the cutting edge S especially, and the free surface F are shown in drawing 1. When very easy, coating of the cutting chips 3 and 4 is carried out completely.

[0027] A coating process is performed as follows.

[0028] Coating is performed within the equipment 11 shown in drawing 2 in schematic drawing based on the improved PVD. This equipment has the reaction chamber 12 airtightly sealed to the exterior. A vacuum can be produced in a reaction chamber 12 and gas can be suitably introduced now into the inside room 15 through the tubing 14 shown in drawing 2 in drawing. Therefore, a reaction chamber 12 is also a vacuum tub. Moreover, one piece or two or more holders 16, 17, and 18 for a cutting tool, a cutting chip, a cutting-tool supporter, or cutting chip supporters are arranged in the inside room 15. Moreover, while it may be exhausted, the four ion sources 21, 22, 23, and 24 in which each has one target 25, 26, 27, and 28 (each is the tabular thing of one sheet), for example, metal targets, are arranged in the room 15. A target 25 thru/or 28 are targets required to manufacture the layers 5 and 6 under a cover layer 7. The plate for the equipments of such the ion source is not formed in others. A target 25 thru/or 28 constitute a cathode. The plasma occurs in the inside room 15, ion hits a target after this, a metal atom is separated, and it is made to deposit on a cutting chip (stratification). In order to control this deposit (stratification), bias (electrical potential difference) can be hung on holders 16, 17, and 18. Moreover, the magnetic field 29 which surrounds the components or part which should be carried out coating in the shape of a ring can be formed. This magnetic field is generated by the coil which has desirably the coil shaft to which it points to radial, and is excited in this and this direction.

[0029] In order to form a desired layer, first, a cutting tool or a cutting chip is held in the inside room 15, and is installed on holders 16 and 17 and 18. Subsequently, it fills up with the inert gas which the inside room 15 is exhausted, for example, has a very low pressure. The ion source is controlled suitably and layers 5 and 6 can be shortly formed using the well-known PVD coating approach in itself. Depending on the case, layers 5 and 6 may be formed by the CVD method or other approaches. If these layers 5 and 6 are formed, the improved CVD coating process will be performed and the gas which is this process, next contains carbon and nitrogen through tubing 14 will be introduced into the inside room 15. This gas has low voltage of a small pressure (for example, 10-2mbar or 10-3mbar thru/or 1bar, desirably 10-2mbar thru/or 10-3mbar) by the maximum. In order to ionize gas and to generate the plasma, operating 1 or two or more ion sources can be continued. CN<sub>x</sub> of a request for the cutting tool or cutting chip from the plasma which impressed suitable bias (electrical potential difference), hung the suitable magnetic field, and was generated The film (nitriding carbon film) is formed. A chemical balance is not produced. Only the piece of the above-mentioned ion source can be made of use [ coating equipment ]. Other component parts which were suitable for depositing (membrane formation) instead of other ion sources can be prepared. In addition, ionization can be used combining the source of the ion plasma, and a magnetic field, and can also be performed.

[0030] It sets to the above approach and is coating The temperature of 200 to 300 degrees C, the electrical

potential difference of -30V to -200V, and 10-3 It is desirable to form within a vacuum tub by the nitrogen gas stream between the methane flow between 50SCCM(s) in the pressure of mbar to 1bar and 100SCCM(s), 10SCCM (s), and 100SCCM(s).

[0031] The cover layer made from CNx (nitriding carbon) which wear of a cutting tool can be decreased considerably and can raise cutting efficiency by it can be formed using the PVD coating method improved in this way, without changing conventional coating equipment greatly.

[0032] Drawing 4 shows the cutting chip 4, i.e., the XPS detail spectrum about nitrogen obtained by carrying out a Mg k alpha-X line exposure to especially the cover layer (the maximum upper layer) 7, (Detailspektrum). Here, Mg k alpha is the abbreviation of a magnesium decelerating electrode, k husks, and alpha transition (Magnesium-Bremselektrode, K-Schale, alpha-Uebergung ). In drawing 4 , the secondary electron obtained by excitation of 1s husks of the contained nitrogen has the kinetic energy between 848eV and 850eV. The acquired N1s peak value has separated about 3eV from adjoining 1s peak which is the case of CN association and is the case of TiN association.

[0033] Drawing 5 shows the XPS detail spectrum of the sample at the time of carrying out the Mg k alpha-X line exposure about carbon. In order to remove all surface contamination, a C1s peak is conspicuous and is shown by the layer 7 by which ion etching was carried out. Therefore, carbon is shown as a graph-matrix. Since the signal intensity of C1s about C-C association is large, in drawing 5 , the signal of C about CN association does not look clear.

[0034] A cutting tool is crossed to a certain field at least, and nitriding carbon coating which acts as a wear protective layer with abrasion resistance is prepared. This layer continues operating 1 or two or more ion sources, in order to introduce carbon and nitrogen as gas in a reaction chamber (vacuum tub) in order to carry out stratification by the improved PVD and to form nitriding carbon coating by this approach, and to form the plasma.

[0035] Moreover, a nitriding carbon cover layer can be formed like the layer formed before within the same vacuum tub.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-232501

(P2001-232501A)

(43) 公開日 平成13年8月28日 (2001.8.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テコード* (参考)
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	A
B 2 3 P 15/28		B 2 3 P 15/28	A
C 2 3 C 14/06		C 2 3 C 14/06	B
			P

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

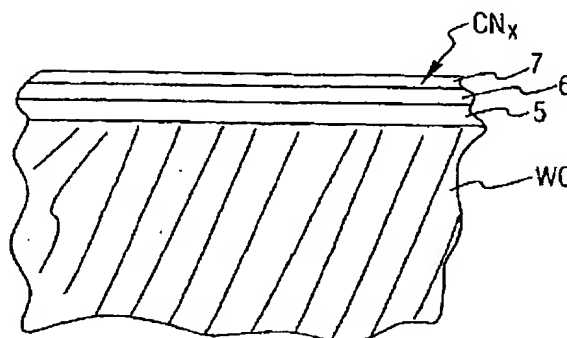
(21) 出願番号	特願2001-3347(P2001-3347)	(71) 出願人	598078768 バルター・アーク Walter AG ドイツ連邦共和国、デー72072 テュー ピング、デーレンディンガー・シュトラ ーセ 53
(22) 出願日	平成13年1月11日 (2001.1.11)	(72) 発明者	ファイト・シーア ドイツ連邦共和国、70771 ラインフェル デン-エヒターディンゲン、オーベレ ルテン 36
(31) 優先権主張番号	1 0 0 0 2 8 6 1. 6	(74) 代理人	I00077850 弁理士 芦田 哲仁朗 (外2名)
(32) 優先日	平成12年1月24日 (2000.1.24)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (D E)		

(54) 【発明の名称】 切削工具及び切削チップ並びに切削工具及び切削チップ製造方法

(57) 【要約】

【課題】 切削工具、切削チップに摩擦が少なくかつ極めて高い耐摩耗性を与えること及びそのような切削工具、切削チップを製造すること。

【解決手段】 切削工具1、切削チップ3、4は、少なくとも或る領域に、摩擦が少なく摩耗保護層7として作用する窒化炭素コーティングが形成される。このコーティングは、窒化炭素層7を形成するためにガス体の炭素及び窒素を反応室12へ導入し、プラズマを形成するためのイオン源21、22、23、24を継続して駆動する改良されたPVD法により形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 共有結合の窒化炭素(CN<sub>x</sub>)を含む耐摩耗コーティングを有することを特徴とする切削工具

(1)又は切削チップ(3, 4)。

【請求項2】 前記窒化炭素(CN<sub>x</sub>)は、 $x \geq 2$ であるC<sub>x</sub>Nであり、前記コーティングは少なくとも5原子百分率の窒素を含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項3】 前記コーティングの前記窒化炭素は、その化学結合が、Mgk αX線照射を受けた時、848 eVと850 eVとの間の運動エネルギーを有する二次電子を発生する化学結合になっていることを特徴とする請求項1に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項4】 前記コーティングは、Me<sub>x</sub>C<sub>y</sub>N<sub>z</sub>O<sub>w</sub>:Hである窒化炭素層であり、ここで、Me<sub>x</sub>は化学元素の周期表の第IV族の金属であるチタン及びジルコニウム、並びに、アルミニウム及びこれらに類する金属の内の1又は複数の金属であり、酸素は20原子百分率よりも少なく、該層は異なった相を有する多相構造で形成されることを特徴とする請求項1に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項5】 前記金属成分の原子百分率は最大5原子百分率であることを特徴とする請求項4に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項6】 切削材の基体と前記窒化炭素の前記コーティングとの間に、一重又二重以上に形成され得る1層又は複数層の中間層を配設し、該中間層の材料を、TiAlN, TiCN, TiN, ZrN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の群から選択し、該1層又は複数層の中間層は、選択的に、他の物質又は層を含むことができることを特徴とする請求項1に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項7】 切削材の基体と前記窒化炭素の前記コーティングとの間に、TiCN、TiAlCN、TiAlNO又はこれらに類する物質などであるMe<sub>x</sub>(C, N, O)層の少なくとも1層を配設したことを特徴とする請求項1に記載の切削工具又は切削チップ。

【請求項8】 基体を、最初の段階で、少なくともそれがコーティングされる領域で、機能的に主要なエッジと面とを含んで所望の形状に形成し、しかる後、真空槽内で、少なくとも部分的にイオン化された炭素及び窒素を含む雰囲気中に該基体を曝すことを特徴とする切削工具又は切削チップ製造方法。

【請求項9】 前記イオン化はイオンプラズマ源と磁場とを組み合わせる用いて行うことを特徴とする請求項8に記載の切削工具又は切削チップ製造方法。

【請求項10】 前記磁場は、コーティングされるべき切削工具又は切削チップを圍繞するDC磁場であることを特徴とする請求項9に記載の切削工具又は切削チップ製造方法。

【請求項11】 事前に行われるコーティング方法は、

真空槽内で低圧でターゲットの材料から放出されこの放出された材料をコーティングされるべき面に析出するPVDコーティング方法であり、その後、カバー層を形成するために炭素及び窒素を含むガスを低圧の下で同じ真空槽内に導入して現にあるイオン源を用いてイオン化することを特徴とする請求項8に記載の切削工具又は切削チップ製造方法。

【請求項12】 200℃から300℃の温度と、-30Vから-200Vの電圧及び10<sup>-3</sup> mbarから1 barまでの圧力での50SCCMと100SCCMとの間のメタンガス流れと10SCCMと100SCCMとの間の窒素ガス流とで、真空槽内でコーティングを形成することを特徴とする請求項11に記載の切削工具又は切削チップ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、切削工具及び切削加工用切削チップのような切削工具の部分並びにこれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】切削工具は、操作中には、高い摩耗応力を受け、大きな力に曝される。特に、切削エッジとこれに隣接する表面領域は、金属加工をする場合は、プラスチック加工をする場合やその他の加工材料を加工する場合と同様に強く負荷が掛けられる。加工材料から取り除かれた切り粉は、例えば、すくい面ですらされ、高い圧力の下ですくい面領域に沿って摺動する。

【0003】切削工具の切削エッジの欠陥も表面欠陥も工具の摩耗状況を示すものである。工具は、一方では、可能な限り長い耐用期間を持つべきであり、他方では、できるだけ高い切削効率を生ずべきである。ところが、工具の摩耗は、切削効率と共に増加する。

【0004】減摩コーティングを形成した切削工具が知られている。コーティングはCVD法(chemical vapor deposition—化学蒸着法)又はPVD法(physical vapor deposition—物理蒸着法)で形成される。例えば、EP 0736615 A2は、基板上に全体で4層の多層のコーティングを設けたものを開示している。基板に直接付着している層はTiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub>層である。次層は、望ましくは、チタン窒化炭素層TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>である。この層は1000℃及び1100℃間の温度でCVD法で形成される。

【0005】PVD法による製造方法は公知であるから、ここでは、詳しくは説明しない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、耐摩耗性の切削工具及び切削プレート(Schneidplatte—以下「切削チップ」という)並びにこれらを製造するための効率的な方法を提供することである。

【0007】



【課題を解決するための手段】この課題は、共有結合の窒化炭素（カーボンニトリド-Carbonitrid） $CN_x$

（窒化炭素の一般式である。以下同じ。）を含む耐摩耗コーティングを形成した切削工具及び切削チップによって達成される。

【0008】更に、本発明の課題は、基体を、最初の段階で、少なくともそれがコーティングされる領域で、機械的に主要なエッジと面とを含んで所望の形状に形成し、しかる後、真空槽内で、少なくとも部分的にイオン化された炭素及び窒素を含む雰囲気にて該基体を曝して切削工具及び切削チップを製造する方法によって達成される。

【0009】本発明に基づく切削工具及び切削工具に適した切削チップは、窒化炭素コーティングを有する。このコーティングは負荷が作用する面領域の表面の近傍又は表面に、そして、必要な場合には、他の面領域にも形成される。窒化炭素コーティングは、例えば、化合物 $C_xN_4$ （望ましくは、 $x \geq 2$ である $C_xN$ ）を成し、又は、炭素と窒素とが他の比率で結合した化合物を成す炭素及び窒素を含む。通常、このような窒化炭素コーティングは、多くの他の公知の硬質プラスチック層及び母材の摩擦係数よりも比較的小さな摩擦係数を示す。この小さな摩擦係数は切り粉の流れの摩擦を少なくする。窒化炭素物がコーティングされた切削チップ乃至は切削工具の切削効率を、コーティングされていないか他のコーティングがされた工具乃至は切削チップに対して増加することができる。例えば、高合金鋼、オーステナイト鋼、チタン、及び、軽金属の加工を行う場合、摩擦係数が小さいと、関連の面上を移動する切り粉が溶着しようとする（Schweissneigung）が減少される。

【0010】窒化炭素物がコーティングされた工具は、特に、チタン又はチタン合金から成る部品の加工に適している。チタンを含むコーティングの場合は、チタン部品の表面がチタン化合物で汚染され部品の安定性ないしは強度に問題が生じることがあるが、このチタンを含むコーティングに比べて、本発明では、この汚染の恐れがなくなるか減少される。

【0011】窒化炭素コーティングは母材又はその下層の硬さと異なる硬さを持つようにすることができるが、この際、窒化炭素層の硬さは下層又は母材の硬さよりも小さければよい。

【0012】窒化炭素コーティングは、望ましくは、 $Me_xC_yN_z : H$ 層又は $Me_xC_yN_zO_s : H$ 層（ $x \leq 0.2$ ； $y/z \geq 3/4$ 、望ましくは、 $y/x \geq 2$ ）であり、この際、金属 $Me_x$ を化学元素の周期表のIV族の一個又は複数个の金属で構成することができる。このような金属は、望ましくは、ほんの小さな原子百分率だけ含まれており、窒化炭素コーティングが実質的に炭素と窒素とから形成されるようになっている。尤も、この少ない金属成分はなくてもよい。必要な場合には、こ

の金属成分は、表面特性を目標に合わせるようにするために使用することができる。例えば、構造体はチタン成分を含むことができ、この際、 $TiC$ 、 $TiN$ 又は $TiCN$ 結晶が、主としてグラファイト結合成分（共有結合成分）を持つ窒化炭素マトリックス（CN-Matrix）内に埋設される。酸素は20原子百分率よりも少なく、窒化炭素コーティングは異なった相を有する多層構造を形成することが望ましい。また、上記窒化炭素は $x \geq 2$ である $C_xN$ であることが望ましい。この場合を含み、コーティングは少なくとも5原子百分率（さらに望ましくは10原子百分率）の窒素を含むことが望ましい。

【0013】窒化炭素コーティングは、それが最大限50原子百分率の窒素と50原子%よりも多い炭素とを含む場合は、特に、摩耗が減少することが分かった。この場合、これは、例えば、ポリマー構造（Polymerstruktur）として形成することができる。

【0014】窒化炭素コーティング（窒化炭素層）は、望ましくは、切除された切り粉及びそれ以外の切削工具部又は領域に触れる表面層である。それはカバー層又は最上層（Deckschicht）を形成することができ、摩耗保護層として直接に作用する。尤も、必要な場合は、例えば、装飾のために表面層を設けてもよい。

【0015】窒化炭素コーティングは、切削材の基体に直接形成することができる。この基体は、金属、金属合金、硬質金属又はセラミック材、又は、例えば、僅かなコバルト成分を持つ炭化タングステン（Wolframcarbide）のような金属とセラミックとの中間の材料（サーメット、Cermets）から成つていてもよい。この場合、窒化炭素コーティングの耐摩耗性に基体の硬さが加わることになる。

【0016】適切な表面特性を得るために、基体と窒化炭素コーティングとの間に、オプションとして、一個又は複数の中間層を設けることができる。この際、例えば、 $TiAlN$ 、 $TiCN$ 、 $TiAlCN$ 、 $TiN$ 、 $ZrN$ 、 $Al_2O_3$ 、その他のような比較的硬い中間層であってもよい。多層構造の場合、 $Me_x(C, N, O)$ から成る層を少なくとも1層を設けると、特に有利な特性が得られる。金属は、また、望ましくは、化学元素の周期表のIV族の金属であるが、上述のようにアルミニウム等を含むこともできる。ここで、チタン、ジルコン、アルミニウム、炭素、窒素の量は必ずしも固定したものでなく、適切に変えることができる。また、上記中間層は他の物質や他の層又はそれら双方を含むことができる。このような多層構造では、この中間層の硬さが窒化炭素コーティングの耐摩耗特性に組み合わせられる。この際、窒化炭素コーティングは、例えば、 $0.1 \mu m$ の厚さを有するだけで足りるが、摩耗保護性を長時間にわたってそのまま保つためには、層の厚さを幾分か大きくすることが望ましい。

【0017】基体に形成された層の全層厚さは、多層構

造の際、 $0.2\mu\text{m}$ と $10\mu\text{m}$ との間の層厚さが有利であることが判明した。

【0018】窒化炭素コーティングは、金属成分の濃度 (Konzentration) が表面に向かってなくなっていくようにすることができる。窒化炭素コーティングのこのように不均質な構造によって、その特性を、特に、加工材料の摩損性、耐摩耗性に対しても、また、不測の問題に対しても、なおも最適な状態になるようにすることができる。特に、窒化炭素コーティングは、その外表面の反対側で金属成分が最大で50原子百分率であり、該外表面に向けて減少消滅するように形成されていることが望ましい。

【0019】窒化炭素コーティング乃至窒化炭素層は、結晶構造、部分結晶構造 (teilkristallines Gefüge) 又はアモルファス構造を有することができる。アモルファス構造は、いくつかの場合に適用される。可能な結合状態について、図4及び5に例示されている。

【0020】本発明に基づく、切削工具及び切削チップの製造方法を用いて所望の切削工具及び切削チップを製作する。まず、切削工具及び切削チップの形成と、それに続く少なくとも地域的なコーティングとを含む。このために、炭素と窒素とを含む窒化炭素層を低圧環境から析出 (Abscheidung) (成膜) することが望ましい。環境をこのようにイオン化し、これと共に、切削工具又は切削チップを望ましくは環状に圍繞する磁場とをコーティングされるべき面に印加される静電バイアス (電圧) と作用することによって、ガスの解離 (Dissoziation) 及びイオン化が可能になり、所望の面を均一にコーティングすることができる。磁場は、イオン及び電子が螺旋状の軌道上を強制的に動くようにするため、DC磁場 (Gleichfeld) であることが望ましい。真空槽の環境が炭素ディスペンサとして用いられ場合は、グラファイトターゲットは設けられない。カソードの損失が所定通りに小さくなるようにカソードの電圧と磁場とが選択される。析出 (成膜) されるべき炭素は、形成されたプラズマ内でのイオン化/解離によって得られる。現にあるイオン発生源はすべて真空槽内に留めて置くことができる。追加の部品 (炭素源) を設置する追加の場所を用意することも空けておくことも必要でない。

【0021】イオン源としては、金属イオン源又は不活性気体イオン源を使用することができる。金属イオン源を用いることによって、窒化炭素コーティングの析出 (成膜) と共に、少ない方の金属成分の析出 (成膜) を行うことができる。

【0022】本発明の製造方法は、望ましくは、前にコーティング加工を行ったのと同じ一つの反応室 (真空槽) 内で実行される。そのために、例えば、4つのイオン源の座又はプラズマ源の座を持つPVDコーティング装置を用いる場合、イオン源を追加して用いることなく同じ装置で窒化炭素上面層 (窒化炭素カバー層) を形成

することができる。この場合、最後の工程の段階で、炭素と窒素を含む低圧環境が形成され、ここで、プラズマを発生させるために、チタターゲット付きのイオン源を更に作動する。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明を実施形態に基づいて説明する。以下、切削工具は工具本体にプレート状部材である切削チップを固定した形式のもので説明するが、切削チップが工具本体に直接形成されているものにも適用される。

【0024】図1に切削工具1を示す。この切削工具1は工具本体2とこれに設けられた切削チップ3、4を有する。切削チップ3、4は互いに同様に形成されており、各々が例えば炭化タングステンのような硬性金属 (サーメット (Cermets)) 製の基体を有する。切削チップ3、4は、図3から明らかな通り、コーティングが形成されている。炭化タングステンWC (その他、例えば、金属、金属合金、上記とは別の硬質金属又はセラミックでもよい) 製の基体に複数の層5、6、7を形成する。この場合、層7はカバー層 (コーティング) (外表面の層) である。これは、約 $0.1\mu\text{m}$ の厚さを有する窒化炭素 $\text{CN}_x$ の層である。ここで、窒化炭素 $\text{CN}_x$ は $\text{C}_x\text{N}$ の化学構造を有し、 $x \geq 2$ であることが望ましい。また、このカバー層 (コーティング) は少なくとも5原子百分率 (さらに望ましくは、10原子百分率) の窒素を含むことが望ましい。さらに、このカバー層7は、炭素及び窒素の他に金属、酸素及び水素を含有していてもよい。このカバー層 (コーティング) 7は、例えば、 $\text{Me}_x\text{C}_y\text{N}_z:\text{H}$ 又は $\text{Me}_x\text{C}_y\text{N}_z\text{O}_s:\text{H}$ の構造を持ち、例えば、種々の鋼、特にオーステナイト鋼又は高合金鋼や、アルミニウム、その他の軽金属、チタン又はプラスチックのような通常に用いられている材料に比して摩擦係数が小さな摩擦保護層になっている。層の特性を生かすために、金属成分 $\text{Me}_x$ の含有量を変えることができる。金属含有量が10原子百分率を超えないようにすることが試みられている。それは5原子百分率よりも少ないことが望ましい。金属として、チタン、ジルコニウム、アルミニウム及びこれに類するものが対象になる。また、原子百分率で計量された炭素含有量は、原子百分率で計量された窒素含有量よりも多いことがさらに望ましい。

【0025】下層5、6の内の少なくとも一つは、酸素を追加して含むことができ、 $\text{Me}_x(\text{C}, \text{N}, \text{O})$ から成る層を形成する。ここで、 $\text{Me}_x$ は、IV族からの1又は複数の金属を表している。

【0026】このような切削工具は耐摩耗性が極めて高いことが判明した。特に、溶着傾向と切削エッジに直近の切削面の表面の摩耗とが小さい。コーティングされた面領域、特に、切削エッジSに連なる切削面S<sub>p</sub>及び自由面Fが図1に示されている。非常に簡単な場合、切削

チップ 3, 4 は完全にコーティングされている。

【0027】コーティング工程は次のようにして行われる。

【0028】コーティングは、改良した PVD 法に基づいて図 2 に略図的に示した装置 11 内で行われる。この装置は、外部に対して気密に密封された反応室 12 を有する。反応室 12 内に真空を生じさせることができ、図 2 に図的に示された管 14 を通じてガスを適宜に内室 15 内へ導入することができるようになっている。従って、反応室 12 は真空槽でもある。また、切削工具、切削チップ、切削工具保持体ないしは切削チップ保持体の 1 個又は複数個のホルダ 16, 17, 18 が内室 15 内に配設されている。また、排気される内室 15 内に、各々が一つのターゲット、例えば、金属ターゲット 25, 26, 27, 28 (例えば、各々が 1 枚の板状のもの) を有する 4 個のイオン源 21, 22, 23, 24 が配設されている。ターゲット 25 乃至 28 は、カバー層 7 の下にある層 5, 6 を製造するのに必要なターゲットである。このようなイオン源の装置用の板は他には設けられていない。ターゲット 25 乃至 28 はカソードを構成する。内室 15 内でプラズマが発生し、これからイオンがターゲットに命中して金属原子を分離して切削チップ上に析出 (成層) させる。この析出 (成層) を制御するために、ホルダ 16, 17, 18 にバイアス (電圧) を掛けることができる。また、コーティングすべき部品又は部分をリング状に囲繞する磁場 29 を形成することができる。この磁場は、望ましくは、半径方向へ指向するコイル軸を有しこれと同方向に励磁されるコイルによって発生される。

【0029】所望の層を形成するために、まず、切削工具又は切削チップは内室 15 に収容され、ホルダ 16, 17, 18 上に設置される。ついで、内室 15 が排気されて、例えば、非常に低い圧力を持つ不活性ガスで充填される。イオン源を適宜に制御して、今度は、それ自体公知の PVD コーティング方法を用いて層 5, 6 を形成できる。場合によっては、層 5, 6 は CVD 法又は他の方法で形成してもよい。これらの層 5, 6 が形成されると、改良された CVD コーティング工程が行われ、この工程で、次に、管 14 を通じて炭素と窒素を含有するガスを内室 15 に導入する。このガスは、最大限で小さな圧力 (例えば、 $10^{-2}$  mbar 又は  $10^{-3}$  mbar 乃至 1 bar、望ましくは  $10^{-2}$  mbar 乃至  $10^{-3}$  mbar) の低圧になっている。ガスをイオン化し、プラズマを発生させるために、1 又は複数のイオン源を運転し続けることができる。適切なバイアス (電圧) を印加し適切な磁場を掛けて、発生されたプラズマから切削工具又は切削チップに所望の CN<sub>x</sub> 膜 (窒化炭素膜) を形成する。化学的平衡は生じない。コーティング装置は、上述のイオン源の一個だけで間に合わせる

10

20

30

40

50

を行うのに適した他の構成部品を設けることができる。なお、イオン化はイオンプラズマ源と磁場とを組み合わせる用いて行うこともできる。

【0030】以上の方法において、コーティングを、200℃から300℃の温度と、-30Vから-200Vの電圧及び  $10^{-3}$  mbar から 1 bar の圧力での 50 SCCM と 100 SCCM との間のメタンガス流れと 10 SCCM と 100 SCCM との間の窒素ガス流とで、真空槽内で形成することが望ましい。

【0031】従来のコーティング装置を大きく変更することなくこのように改良された PVD コーティング法を用いて、切削工具の摩耗をかなり減少させそれによって切削能率を高めることができる CN<sub>x</sub> (窒化炭素) 製のカバー層を形成することができる。

【0032】図 4 は、切削チップ 4、即ち、特にそのカバー層 (最上層) 7 に Mg k  $\alpha$ -X 線照射をして得られた窒素についての XPS 詳細スペクトル (Detailspectrum) を示す。ここで、Mg k  $\alpha$  は、マグネシウム減速電極・k 殻・ $\alpha$  遷移 (Magnesium-Bremselektrode, K-Schale,  $\alpha$ -Uebergang) の省略形である。図 4 において、含有されている窒素の 1 s 殻の励起によって得られた二次電子は 848 eV と 850 eV との間の運動エネルギーを有する。得られた N 1 s ピーク値は CN 結合の場合であり、TiN 結合の場合である隣接する 1 s ピークから約 3 eV 離れている。

【0033】図 5 は、炭素についての Mg k  $\alpha$ -X 線照射をした場合の試料の XPS 詳細スペクトルを示す。表面の全汚染を除くためにイオンエッチングされた層 7 では C 1 s ピークが際立って示されている。従って、炭素はグラフ的なマトリックスとして示されている。C-C 結合についての C 1 s の信号の強さが大きいために、図 5 では CN 結合についての C の信号が明瞭には見えない。

【0034】切削工具は、少なくとも成る領域にわたって、耐摩耗性がある摩耗保護層として作用する窒化炭素コーティングが設けられている。この層は改良された PVD 法で成層され、この方法で窒化炭素コーティングを形成するために、反応室 (真空槽) 内にガスとして炭素及び窒素を導入し、プラズマを形成するために、1 又は複数のイオン源を作動し続ける。

【0035】また、同じ真空槽内で、前に形成された層と同様に窒化炭素カバー層を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】コーティングされた切削チップを有する切削工具の概略斜視図である。

【図 2】コーティングされた切削工具の製造装置の概略図である。

【図 3】コーティングされた表面を有する切削工具の一部の断面図である。

【図 4】本発明に基いて層をコーティングしたサンプル

(切削チップ)用の、窒素用XPS詳細スペクトルの図である。

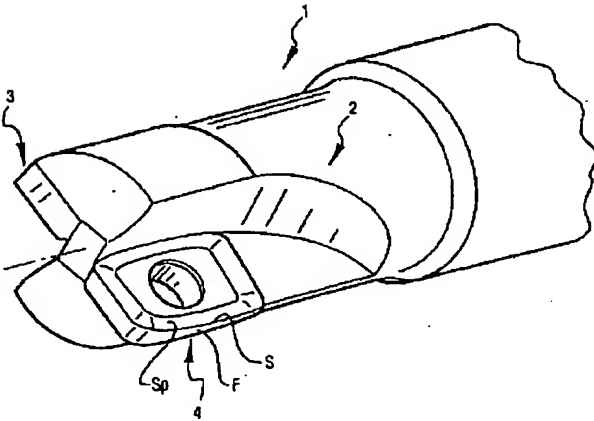
【図5】本発明に基づく層をコーティングしたサンプル(切削チップ)用の、炭素用XPS詳細スペクトルの図である。

【符号の説明】

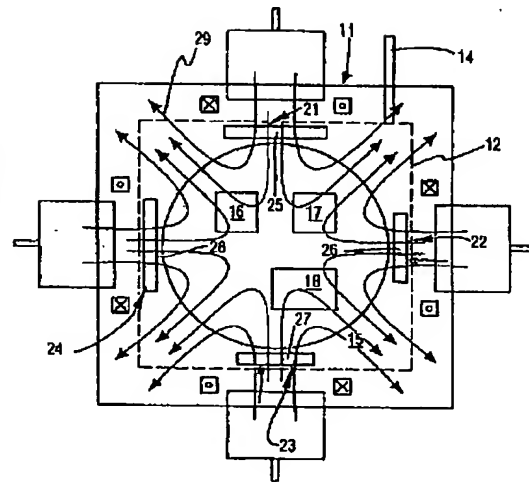
- 1 切削工具  
2 工具本体  
3, 4 切削チップ  
5, 6, 7 層  
11 装置

- 12 反応室  
14 管  
15 内室  
16, 17, 18 ホルダ  
21, 22, 23, 24 イオン源  
25, 26, 27, 28 金属ターゲット  
29 磁場  
F 自由面  
S 切削エッジ  
10 Sp 切削面

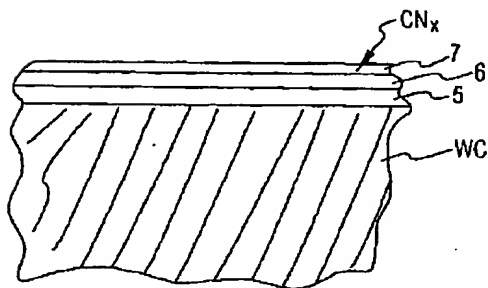
【図1】



【図2】

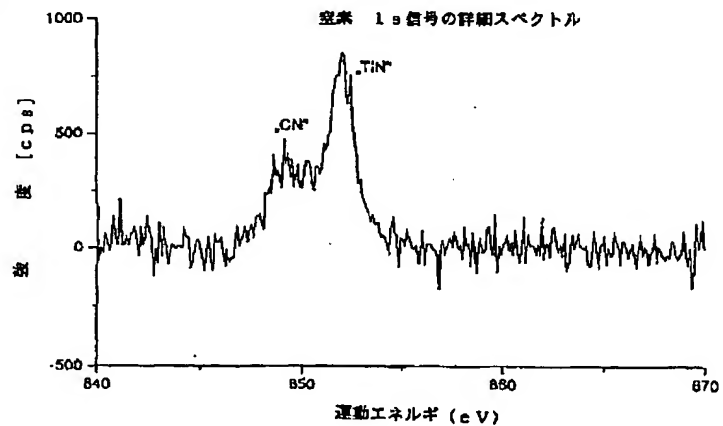


【図3】



【図4】

窒素 1s 信号の詳細スペクトル



【図5】

